

OSP-20094

RADIO WAVE ABSORBER

Publication number: JP2001308584

Publication date: 2001-11-02

Inventor: NISHI KENGO

Applicant: POLYMATECH CO LTD

Classification:

- **international:** H01F1/00; H01Q17/00; H05K9/00;
H01F1/00; H01Q17/00; H05K9/00; (IPC1-
7): H05K9/00; H01F1/00; H01Q17/00

- **european:**

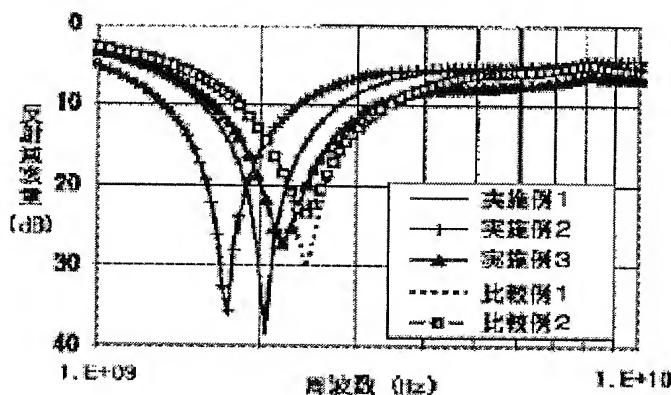
Application number: JP20000127370 20000427

Priority number(s): JP20000127370 20000427

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2001308584

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a radio wave absorber matched to a frequency band of several hundreds of MHz to several tens of GHz in which flexibility and good kneadability, dispersibility and moldability are satisfied while keeping good reflection attenuation characteristics. **SOLUTION:** In the radio wave absorber where metallic soft magnetic particles having an insulation coating on the surface are dispersed into an organic polymer, the insulation coating comprises an organic compound having an alkyl group of 6-25C. More preferably, the insulation coating comprises a molecule having any functional group selected from silane based hydrolyzable group, carboxyl group, hydroxy group, and phosphate group at one terminal of an organic compound.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-308584

(P2001-308584A)

(43)公開日 平成13年11月2日 (2001.11.2)

(51)Int.Cl.⁷

H 05 K 9/00
H 01 F 1/00
H 01 Q 17/00

識別記号

F I

テマコード(参考)

H 05 K 9/00
H 01 Q 17/00
H 01 F 1/00

M 5 E 0 4 0
5 E 3 2 1
C 5 J 0 2 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O.L. (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-127370(P2000-127370)

(22)出願日 平成12年4月27日 (2000.4.27)

(71)出願人 000237020

ポリマテック株式会社
東京都中央区日本橋本町4丁目8番16号

(72)発明者 西 謙悟

東京都北区田端5丁目10番5号 ポリマテック 株式会社R&Dセンター内

(74)代理人 100068755

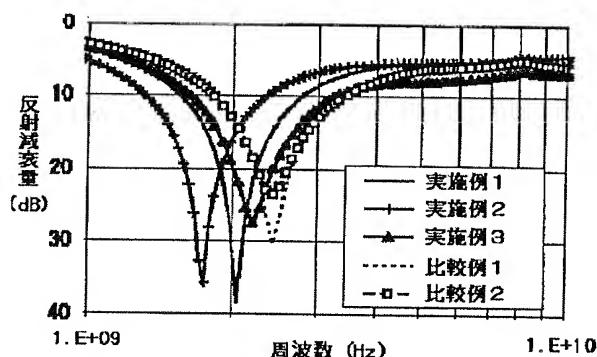
弁理士 恩田 博宣 (外1名)
Fターム(参考) 5E040 AA11 AA14 AA19 BB04 BC05
CA13 HB14 NN05
5E321 BB32 BB44 BB53 CG11
5J020 EA01 EA02 EA04

(54)【発明の名称】電波吸収体

(57)【要約】

【課題】 良好的な反射減衰特性を維持したまま、柔軟性と良好な混練作業性、分散性、成形性を兼ね備えた、数百MHz～数十GHzの周波数帯に整合させた電波吸収体を提供すること。

【解決手段】 本発明は、絶縁性被膜を表面に形成した金属軟磁性体粒子が有機高分子中に分散された電波吸収体において、絶縁性被膜が、炭素数6～25のアルキル基を含む有機化合物により構成される。より好ましくは、有機化合物の片末端に、シラン系加水分解性基、カルボキシル基、水酸基、リン酸基から選択されるいずれかの官能基を有する分子により絶縁性被膜がよい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁性被膜を表面に形成した金属軟磁性体粒子が有機高分子中に分散された材料を成形してなる電波吸収体において、

絶縁性被膜は、炭素数6～25のアルキル基を含む有機化合物より形成されるものである電波吸収体。

【請求項2】 前記有機化合物は、シラン系加水分解性基を有するものである請求項1に記載の電波吸収体。

【請求項3】 前記有機化合物は、カルボキシル基、水酸基又はリン酸基を有するものである請求項1に記載の電波吸収体。

【請求項4】 前記金属軟磁性体粒子は、鉄、ニッケル及びコバルトから選ばれる少なくとも一種の元素を含む金属又は化合物よりなる粒子である請求項1から請求項

$$\Gamma (\text{dB}) = -20 \log \left\{ \left| \frac{Z \tanh(\gamma \cdot d) - Z_0}{Z \tanh(\gamma \cdot d) + Z_0} \right| \right\} \quad \dots \dots \quad (1)$$

また、(1)式中の特性インピーダンスZ、伝搬定数γは以下の通り表わされる。

$$Z = \sqrt{\mu - \epsilon} \quad \dots \dots \quad (2)$$

$$\gamma = 2 \pi f \sqrt{\mu - \epsilon} \quad \dots \dots \quad (3)$$

μ	: 物体の複素透磁率
ϵ	: 物体の複素誘電率
μ_0	: 自由空間の複素透磁率
ϵ_0	: 自由空間の複素誘電率
f	: 平面波の周波数
d	: 電波吸収体の厚さ

一方、金属軟磁性体粒子を有機高分子中へ分散させた電波吸収体において、集合体がバルク内まで磁化されるには、粒子を有機高分子中へ分散させ、粒子間を流れる渦電流を防ぐ構造にするのが普通である。ここで、完全球形粒子が有機高分子中に均一分散した金属軟磁性複合体の複素比透磁率を検討してみる。

$$Rm^{-1} = \int_0^R \left(\frac{\sqrt{R^2 - r^2}}{2 \pi \mu_A} + \frac{(d/2) + R - \sqrt{R^2 - r^2}}{2 \pi \mu_B r} \right)^{-1} dr \quad \dots \dots \quad (4)$$

ここで、Rは粒子の半径、dは粒子間平均距離、 μ_A は粒子自身の複素比透磁率、 μ_B は有機高分子の複素比透磁率である。尚、(4)式中のμをεにすれば磁気抵抗の逆数Rm⁻¹は電気容量Cになる。

【0006】この式から磁気抵抗を小さくする(複素比透磁率を大きくする)には、粒子間平均距離dを小さくすることと、すなわち粒子充填率を大きくすることと、粒子や有機高分子の複素比透磁率を大きくすることが有効

$$\mu = \frac{1}{Rm} \left(\frac{R - (d/2)}{\pi R^2} \right) \quad \dots \dots \quad (5)$$

上記(5)式中の1/RmをCにすれば複合体の複素比誘電率εについての式となる。

3のいずれかに記載の電波吸収体。

【請求項5】 前記有機高分子は、シリコーンゴムである請求項1から請求項4のいずれかに記載の電波吸収体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、数百MHz～数十GHzの周波数帯に整合させた電波吸収体に関する。

【0002】

【従来の技術】平面波が自由空間から導電体に裏打ちされた物体へ垂直入射した時の反射減衰量は、下記の

(1)式により表現できる。

【0003】

【数1】

10

【従来の技術】平面波が自由空間から導電体に裏打ちされた物体へ垂直入射した時の反射減衰量は、下記の

(1)式により表現できる。

【0004】

【数2】

10

【0004】磁性粒子間に有機高分子相が介在する構造を単位構造とする時、図1に示すように、点線で囲まれた円筒形の領域の磁気抵抗Rmは、(4)式で近似的に表現される。

【0005】

【数3】

30

【0005】磁性粒子間に有機高分子相が介在する構造を単位構造とする時、図1に示すように、点線で囲まれた円筒形の領域の磁気抵抗Rmは、(4)式で近似的に表現される。

40

【0006】

【数4】

【0006】この式から磁気抵抗を小さくする(複素比透磁率を大きくする)には、粒子間平均距離dを小さくすることと、すなわち粒子充填率を大きくすることと、粒子や有機高分子の複素比透磁率を大きくすることが有効である。そして、金属軟磁性複合体の複素比透磁率μは以下の(5)式で表わせる。

【0007】

【数5】

40

【0007】この式で表わせる。

50

【数6】

【数7】

50

【数8】

【0008】従来、電波吸収体として、立方晶フェライトの焼結体やその粉碎粒子を樹脂中に分散した複合体を用いたものが知られており、数百MHz～数十GHz域において整合させた電波吸収体を得ることができた。しかし、得られる電波吸収体の整合厚さが6～8mmとほぼ一定となるため、立方晶フェライト系の電波吸収体の適用箇所は、その厚さ及び重さにより、電波暗室などに限られていた。

【0009】一方、カルボニル鉄粒子を有機高分子中に分散した複合体を用いると、整合厚さが2mm程度と薄い電波吸収体を得ることが可能であった。しかし、カルボニル鉄系の複合体の性状は有機高分子中の金属軟磁性体粒子の充填率と関連し、金属軟磁性体粒子の充填率を増加すると有機高分子中における均一分散が進まず、成形前の複合体の性状が粉体状になってしまふため、金属軟磁性体粒子の充填率を増加させようとすると強度ある金属軟磁性複合体の成形が難しかった。また、仮に成形ができるても、金属軟磁性体粒子同士の接触により大きな誘電性が生じてしまい、数GHz域において整合させた金属軟磁性複合体による電波吸収体の設計は困難であった。そのため、電波吸収体として整合する周波数は4GHz以上の中周波数に限られていた。

【0010】このような問題点を克服するために、金属軟磁性体粒子表面にシラン系カップリング剤からなる絶縁性被膜を設け、従来よりも薄い電波吸収体が特開平1-45804号公報にて提唱されている。この電波吸収体によると、シラン系カップリング剤を絶縁性被膜として用いることにより、金属軟磁性体粒子側に無機系の疎水基が、有機高分子側に有機系の親水基がそれぞれ配位した構造となるため、金属軟磁性体粒子と有機高分子との親和性を高めることができ、金属軟磁性体粒子を有機高分子中に高密度に均一分散させることができ、数GHz域において整合させた従来よりも薄い電波吸収体を得ることができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特開平1-45804号公報にて提唱されている金属軟磁性複合体においては、有機高分子中に金属軟磁性体粒子を高充填させると、金属軟磁性体粒子の表面に有機高分子と親和性のある絶縁性被膜が形成されているにもかかわらず、成形前の複合体の性状が粉体となり、製造過程における混練作業、分散、成形などの取扱いに不都合が生じることが多かった。

【0012】この問題を解決するため、溶媒等を用いて流動性を付与することもできるが、この場合は溶媒を揮発させる乾燥工程等が必要となり、例えば、硬化成形中に溶媒の揮発によりボイド等が発生するなどの新たな問題が生じる。

【0013】また、得られる電波吸収体においては、金属軟磁性体粒子が高充填化されているため柔軟性が欠如

しており、例えば、若干の凹凸や曲面などに対応できず反射体に密着させることができないという不都合があつた。そして、この不都合は、反射減衰量が異なる部分を発生させ、電波吸収体の電波減衰を制御しづらい等の問題を生ずる。

【0014】これらの問題は、有機高分子側に配位するシランカップリング剤の官能基が、グリシドキシ基、ビニル基、アミノ基など、極性が高い官能基であることが原因の一つとして考えられる。シランカップリング剤は、金属軟磁性体粒子側に無機系の疎水基が、有機高分子側に有機系の親水基がそれぞれ配位した構造で被覆されるが、極性の高い官能基が有機高分子側に配位した構造で被覆されると、有機高分子との親和性が低下し、金属軟磁性体粒子の均一分散が進まなくなり金属軟磁性体粒子が凝集してしまう。そのため、成形前の複合体の性状が粉末状となってしまい、製造過程における混練作業性、分散性、成形性が低下し、取扱いが不便となり、また、得られる電波吸収体に柔軟性が欠如する。

【0015】本発明は、このような問題を鑑みてなされたものであり、その目的は、良好な反射減衰特性を維持したまま、柔軟性と良好な混練作業性、分散性、成形性を兼ね備えた、数百MHz～数十GHzの周波数帯に整合させた電波吸収体を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】これらの問題点を解決する為に、金属軟磁性体粒子の表面に形成させる絶縁性皮膜を種々変更した電波吸収体を検討した結果、炭素数6～25のアルキル基を含む有機化合物により形成された絶縁性皮膜を表面に形成した金属軟磁性体粒子を有機高分子中に分散した。

【0017】すなわち、絶縁性被膜を表面に形成した金属軟磁性体粒子が有機高分子中に分散された電波吸収体において、絶縁性被膜が炭素数6～25のアルキル基を含む有機化合物により形成される電波吸収体である。さらに、絶縁性被膜を構成する有機化合物が、シラン系加水分解性基を有するものである電波吸収体である。さらに、絶縁性被膜を構成する有機化合物が、カルボキシリ基、水酸基又はリン酸基を有するものである電波吸収体である。さらに、金属軟磁性体粒子が、鉄、ニッケル及びコバルトから選ばれる少なくとも一種の元素を含む金属又は化合物よりなる粒子である電波吸収体である。さらに、有機高分子が、シリコーンゴムである電波吸収体である。

【0018】本発明の電波吸収体の特徴は、金属軟磁性体粒子の表面へ形成された絶縁性皮膜を炭素数6～25のアルキル基を含む有機化合物より構成されていることである。絶縁性被膜を、従来の官能基（グリシドキシ基、ビニル基、アミノ基など）と比較して極性が低い炭素数6～25のアルキル基を含む有機化合物により形成すると、有機高分子側にアルキル基が配位した構造で金

属軟磁性体粒子の表面に被覆され、金属軟磁性体粒子と有機高分子との親和性を増すことができる。これにより、金属軟磁性体粒子を有機高分子中へ均一分散させることができ、成形前の複合体の性状がスラリー状を呈するようになり、金属軟磁性体粒子の凝集を防止することができる。

【0019】また、カルボキシル基、水酸基又はリン酸基を有し、炭素数6～25のアルキル基を含む有機化合物により絶縁性被膜を設けると、カルボキシル基、水酸基又はリン酸基が金属軟磁性体粒子側に、アルキル基が有機高分子側にそれぞれ配位した構造で被覆する。そのため、有機高分子と金属軟磁性体との親和性を増すことができる。

【0020】更に、シラン系加水分解性基を有し、炭素数6～25のアルキル基を含む有機化合物により絶縁性被膜を設けると、シラン系加水分解性基が金属軟磁性体粒子側に、アルキル基が有機高分子側にそれぞれ配位した構造で被覆することとなるため、有機高分子と金属軟磁性体粒子との親和性を増すことができる。そして、1分子中に複数個のシラン系加水分解性基を有するシラン系化合物であれば、シラン系加水分解性基同士が架橋反応してより強固な絶縁性被膜を形成するため、有機高分子と金属軟磁性体との親和性を更に増すことができる。

【0021】そして、有機高分子内に金属軟磁性体粒子を均一分散することにより誘電性を小さくでき、金属軟磁性体粒子を有機高分子中により高充填することができることとなる。このことは、同一の被覆厚みであれば、従来の電波吸収体による表面処理より柔軟性が有るということであり、同一の硬度にするのであれば、従来の電波吸収体より金属軟磁性体粒子の高充填が可能であるということである。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について詳細に説明する。金属軟磁性体粒子の表面に被覆される絶縁性皮膜を形成する有機化合物は、炭素数6～25のアルキル基を含むものである。炭素数6未満のアルキル基であると、有機高分子に添加する金属軟磁性体粒子の量が増加するにつれて、均一分散させることができず、複合体の性状が流動性を失い粉末状となってしまう。また、得られる電波吸収体に柔軟性は生じることなく剛直となる。より好ましい炭素数は10～25の範囲である。炭素数25より長いアルキル基を有する分子により構成された絶縁性被膜で被覆すると、絶縁性被膜の厚さによって隣接する金属軟磁性体粒子との距離が必要以上に広くなり、その絶縁性被膜の占める体積により有機高分子中に高充填できない等の問題が発生することがある。さらに好ましくは、片末端に水酸基、カルボキシル基、リン酸基及びシラン系加水分解性基のいずれかの官能基を有する有機化合物が良い。このような有機化合物により絶縁性被膜を形成すると、有機高分子側にアルキ

ル基が配位した構造で金属軟磁性体粒子に被覆され、有機高分子との親和性を増すことになり、有機高分子中に金属軟磁性体粒子をより充填することができるうこととなる。具体的な有機化合物としては、例えば、ステアリン酸、オレイン酸、n-オクタノール等が挙げられる。さらにより好ましくは、1分子中に複数個のシラン系加水分解性基をもつシラン系化合物が良い。シラン系加水分解性基同士が架橋反応することにより、より強固な皮膜が形成される。炭素数6～25のアルキル基とシラン系加水分解性基とを有するシラン系化合物としては、例えば、ヘキシルトリメトキシシラン、ヘキシルトリエトキシシラン、オクチルトリエトキシシラン、デシルトリエトキシシラン、オクタデシルトリメトキシシラン、オクタデシルメチルジメトキシシラン等が挙げられる。その他、炭素数6～25のアルキル基を有するシラン系化合物として、テトラデシルトリクロロシラン、エイコシルトリクロロシラン等も使用可能である。

【0023】絶縁性皮膜の厚みは、0.005～0.2μmの範囲が好ましい。0.005μmより薄いと絶縁性皮膜として作用しなくなり、導電性が生じてしまう場合がある。一方、0.2μmより厚いと膜厚が必要以上に厚くなり、金属軟磁性体を有機高分子中に高充填できなくなる。

【0024】本発明の金属軟磁性体粒子としては、鉄、ニッケル及びコバルトから選ばれる少なくとも一種の元素を含む金属又は化合物など、これらの分散体を形成した際に比誘電率が大きな値をとる化合物が適用可能である。また、金属単体であっても、これらの元素を少なくとも一種含む合金であってもよい。さらに、結晶質であってもアモルファスであってもよい。なお、軟磁性体とは、磁化や減磁が比較的容易にできる磁性体のことをいう。金属軟磁性体粒子の製造方法については特に限定されず、金属単体は還元法、カルボニル法、電解法等によって製造され、さらに適宜必要な方法で合金化される。また、金属軟磁性体粒子の造粒方法も限定されず、機械粉碎法、浴湯粉化法、還元法、電解法、気相法などが例示される。また、粉体の形状は球状や塊状、柱状、針状、板状、鱗片状などでもよく、造粒後の後工程によって形状を変化させてよい。

【0025】金属軟磁性体粒子の粒径については、金属軟磁性体粒子自身の透磁率が立方晶フェライトのそれを上回るような条件を選べば、立方晶フェライト系の電波吸収体を上回る特性が發揮される。

【0026】ここで、金属軟磁性体粒子の比透磁率値が表皮効果だけで決まる仮定し、半径Rの球形粒子が表面から表皮深さδまで磁化された時に、球形粒子中で磁化された体積Vは以下の(6)式で表わされる。

【0027】

【数4】

7

$$\frac{V}{2} = \int_0^{\sqrt{R^2 - \delta^2}} 2\pi r \delta dr + \int_{\sqrt{R^2 - \delta^2}}^R 2\pi r \sqrt{R^2 - r^2} dr \quad \dots \dots \quad (6)$$

8

なお、表皮深さ δ は粒子の比抵抗 ρ 、透磁率 μ ならびに周波数 f から以下の(7)式で表わされる(強磁性体の物理、近角聴信、掌華房、1991)。

【0028】

【数5】

$$\delta = \sqrt{\frac{\rho}{\pi i \mu}} \quad \dots \dots \quad (7)$$

10

$$\bar{\mu} = \frac{V_1}{4\pi r_0^3/3} \mu \quad \dots \dots \quad (8) \quad (\bar{\mu} : \text{みかけの透磁率})$$

1 GHzにおける立方晶フェライトの比透磁率値は約6である(磁性体ハンドブック、朝倉書店、1993)。

この値を金属軟磁性体粒子、たとえば鉄(比抵抗 $1 \times 10^{-7} \Omega m$ 、比透磁率500; 磁性体ハンドブック、朝倉書店、1993)が上回るための条件は、上述の

(6)、(7)式から粒子半径 $R < 30 \mu m$ と算出される。従って、算出された条件を充分満足するために粒子系は半径 $30 \mu m$ 以下が良く、より望ましくは半径 $0.1 \sim 1.5 \mu m$ の範囲である。半径が $0.1 \mu m$ より小さいと、表皮深さを下回ってしまい、効率よく電波を吸収できない。半径が $1.5 \mu m$ より大きいと高充填できない。

【0030】有機高分子としては特に限定されず、たとえば、樹脂、ゴム、熱可塑性エラストマー、接着剤用樹脂、塗料用樹脂など、目的とする電波吸収体の硬さや機械的強度、耐熱性、電気的特性、耐久性、信頼性などの要求性能に応じて選択することができる。なかでも、成形加工性が容易な熱可塑性樹脂、硬化性樹脂、架橋ゴム、熱可塑性エラストマーなどが好適である。

【0031】具体的な熱可塑性樹脂としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレンプロピレン共重合体などのエチレン- α -オレフィン共重合体、ポリメチルベンゼン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリ酢酸ビニル、エチレン酢酸ビニル共重合体、ポリビニルアルコール、ポリビニルアセタール、ポリフッ化ビニリデンやポリテトラフルオロエチレン等のフッ素系重合体、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリスチレン、ポリアクリロニトリル、スチレンアクリロニトリル共重合体、ABS樹脂、ポリフェニレンエーテル及び変性PPE樹脂、脂肪族及び芳香族ポリアミド類、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリメタクリル酸およびそのメチルエステルなどのポリメタクリル酸エステル類、ポリアクリル酸類、ポリカーボネート、ポリフェニレンスルフィド、ポリサルホン、ポリエーテルサルホン、ポリエーテルニトリル、ポリエーテルケトン、ポリケトン、液晶ポ

したがって、粒子自身のみかけの透磁率は以下の(8)式で表わされる。

【0029】

【数6】

リマー、シリコーン樹脂、アイオノマー等などが挙げられる。

【0032】具体的な硬化性樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、アクリル樹脂、ウレタン樹脂、ポリイミド樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ジアリルフターレート樹脂、ジシクロペンタジエン樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂等が挙げられる。

【0033】具体的な架橋ゴムとしては、天然ゴム、ブタジエンゴム、イソブレンゴム、ステレンブタジエン共重合ゴム、ニトリルゴム、水添ニトリルゴム、クロロブレンゴム、エチレンプロピレンゴム、塩素化ポリエチレン、クロロスルホン化ポリエチレン、ブチルゴムおよびハロゲン化ブチルゴム、フッ素ゴム、ウレタンゴム、シリコーンゴム等が挙げられる。

【0034】具体的な熱可塑性エラストマーとしては、ステレン-ブタジエンまたはステレン-イソブレンブロック共重合体とその水添ポリマーおよびステレン系熱可塑性エラストマー、オレフィン系熱可塑性エラストマー、塩化ビニル系熱可塑性エラストマー、ポリエステル系熱可塑性エラストマー、ポリウレタン系熱可塑性エラストマー、ポリアミド系熱可塑性エラストマー等が挙げられる。

【0035】さらに、上記より選択される複数の高分子材料からなるポリマーアロイを使用したり、公知の可塑剤や充填材、炭素繊維やガラス繊維、アラミド繊維などの有機繊維、安定剤、着色剤などの添加剤を配合しても差し支えない。なかでも、ポリオレフィン系又はシリコーン系の樹脂、ゴム、エラストマーは高分子の誘電率の温度依存性、数百MHz～数十GHzの周波数帯で周波数依存性が小さく、電波吸収体の設計に好適である。特に金属軟磁性体粒子の表面に形成する絶縁性皮膜にシリコン系化合物を用いた場合は、有機高分子としてシリコーンゴムが相性もよく最も好ましい。また、有機高分子の中に、絶縁性被膜を表面に形成した金属軟磁性体粒子以外に、他の粉体、繊維、結晶等が適宜分散されていても良い。

【0036】有機高分子の硬化方法については特に限定されず、たとえば、硬化性樹脂の硬化方法については熱硬化に限定されず、光硬化、湿気硬化などの公知の硬化方法を採用することができる。

【0037】電波吸収体は、単一の構成であっても、反射体で裏打ちされた構成であってもかまわない。以上の実施形態により発揮される効果について、以下にまとめて説明する。

【0038】・ 上記金属軟磁性体粒子の表面に設けられた絶縁性被膜を、炭素数6～25のアルキル基を含む有機化合物より形成すると、有機高分子側にアルキル基が配位した構造で金属軟磁性体粒子の表面に被覆されるため、金属軟磁性体粒子と有機高分子との親和性を増すことができる。

【0039】・ 上記絶縁性皮膜を形成することにより、金属軟磁性体粒子を有機高分子中へ均一分散させ、その凝集を防止することができるようになるため、金属軟磁性体粒子を有機高分子へ高充填することができる。このことは、同一の被覆厚みであれば、従来の電波吸収体による表面処理より柔軟性が有るということであり、同一の硬度にするのであれば、従来の電波吸収体より金属軟磁性体粒子の高充填が可能であるということである。

【0040】・ 成形前の複合体の性状がスラリー状となるため、製造過程における混練作業性、分散性、成形性を向上することができ、取扱いが容易となるとともに、得られる電波吸収体に柔軟性を付与することができる。

【0041】・ カルボキシル基、水酸基又はリン酸基を有し、炭素数6～25のアルキル基を含む有機化合物により絶縁性被膜を形成すると、金属軟磁性体粒子側にカルボキシル基、水酸基又はリン酸基が、有機高分子側にアルキル基がそれぞれ配位した構造で金属軟磁性体粒子の表面に被覆されるため、有機高分子と金属軟磁性体との親和性を増すことができる。

【0042】・ シラン系加水分解性基を有し、炭素数6～25のアルキル基を含む有機化合物により絶縁性被膜を形成すると、シラン系加水分解性基が金属軟磁性体粒子側に、アルキル基が有機高分子側にそれぞれ配位した構造で被覆することとなるため、有機高分子と金属軟磁性体粒子との親和性を増すことができる。また、1分子中に複数個のシラン系加水分解性基を有するシラン系化合物を用いると、シラン系加水分解性基同士が架橋反応をすることにより、より強固な絶縁性被膜を形成することができ、有機高分子と金属軟磁性体との親和性を更に増すことができる。

【0043】・ 金属軟磁性体粒子としては、鉄、ニッケル及びコバルトから選ばれる少なくとも一種の元素を含む金属又は化合物など、これらの分散体を形成した際に比誘電率が大きな値をとる化合物を用いることによ

り、広い範囲の周波数帯に整合させた電波吸収体を得ることが可能となる。

【0044】・ 金属軟磁性体粒子の表面に形成する絶縁性皮膜にシラン系化合物を用いた場合は、有機高分子として、シリコーンゴムが相性もよく最も好ましく、良好な混練作業性、分散性、成形性を兼ね備えた、数百MHz～数十GHzの周波数帯に整合させた柔軟性のある電波吸収体を得ることができる。

【0045】

10 【実施例】以下、前記実施形態を実施例により更に具体的に説明するが、この発明はこれら実施形態により何ら制限を受けるものではない。

【0046】(実施例1) カルボニル鉄粒子(BASF社製)を長鎖アルキル基含有シラン化合物(GE東芝シリコーン社製 TSL8185:オクタデシルトリメトキシシラン)を20wt%分散させたトルエン中で混合攪拌し、洗浄後乾燥させて表面被覆カルボニル鉄粒子を得た。この粉体を熱硬化性液状シリコーンゴム(GE東芝シリコーン社製 TSE3033)に60vol%添加し、混合分散させたところスラリー状固体を得た。この固体を加熱成形し電波吸収体を作製した。この電波吸収体の反射減衰量を図2に、その硬度を表1に示す。

【0047】(実施例2) カルボニル鉄粒子(BASF社製)を長鎖アルキル基含有シラン化合物(GE東芝シリコーン社製 TSL8185)を20wt%分散させたトルエン中で混合攪拌し、洗浄後乾燥させて表面被覆カルボニル鉄粒子を得た。この粉体を熱硬化性液状シリコーンゴム(GE東芝シリコーン社製 TSE3033)に65vol%添加し、混合分散させたところスラリー状固体を得た。この固体を加熱成形し電波吸収体を作製した。この電波吸収体の反射減衰量を図2に、その硬度を表1に示す。

【0048】(実施例3) カルボニル鉄粒子(BASF社製)をステアリン酸(和光純薬製)を20wt%分散させたメタノール中で混合攪拌し、洗浄後乾燥させて表面被覆カルボニル鉄粒子を得た。この粉体を熱硬化性エポキシ樹脂(スリーボンド株式会社製 TB2032)に、固体物量対比60vol%添加し混合分散させたところスラリー状固体を得た。この固体を加熱成形し電波吸収体を作製した。この電波吸収体の反射減衰量を図2に、その硬度を表1に示す。

【0049】(比較例1) カルボニル鉄粒子(BASF社製)を、炭素数6～25のアルキル基を含まないエポキシ基含有シラン(γ -グルシドキシプロピルトリメトキシシラン GE東芝シリコーン社製 TSL8350)を20wt%分散させたトルエン中で混合攪拌し、洗浄後乾燥させて表面被覆カルボニル鉄粒子を得た。この粉体を熱硬化性液状シリコーンゴム(GE東芝シリコーン社製 TSE3033)に60vol%添加し、混

合分散させたところスラリー状固形物を得た。この固形物を加熱成形し電波吸収体を作製した。この電波吸収体の反射減衰量を図2に、その硬度を表1に示す。

【0050】(比較例2)カルボニル鉄粒子(BASF社製)を炭素数6~25のアルキル基を含まないエポキシ基含有シラン(γ -グルシドキシプロピルトリメチシラン GcE東芝シリコーン社製 TSL8350)を20wt%分散させたトルエン中で混合攪拌し、洗浄後乾燥させて表面被覆カルボニル鉄粒子を得た。この粉体を熱硬化性エポキシ樹脂(スリーボンド株式会社製 TB2032)に60vol%添加し、混合分散させたところ粉体を得た。この固形物を加熱成形し電波吸収体を作製した。この電波吸収体の反射減衰量を図2に、その硬度を表1に示す。

【0051】図2に実施例および比較例の電波吸収体(厚さ2mm)の反射減衰量を示す。図2によれば実施例1, 3は比較例1, 2と同様に2.1GHz付近で20dB以上の反射減衰が得られた。実施例2ではさらに低周波側に高反射減衰が現れた。

【0052】一方、表1に実施例および比較例の成形前の性状、混練性、成形作業性及び電波吸収体の硬度(JIS K7215準拠、タイプDデュロメータにて測定)のを示す。成形前の形状は、実施例1~3、比較例1においてはスラリー状を呈し、また、比較例2においては粉体状となっていた。そのため、混練性、成形作業性は、実施例1~実施例3、比較例1においては良好であったが、比較例2においては不良であった。また成形体の硬度は、実施例1, 2は比較例1に対して硬度が低く柔軟性があった。また、実施例3は比較例2に対して、硬度が低く柔軟性があった。

【0053】以上のことから、実施例1, 2は比較例1

	実施例1	実施例2	実施例3	比較例1	比較例2
有機高分子	シリコーンゴム	シリコーンゴム	エポキシ樹脂	シリコーンゴム	エポキシ樹脂
金属軟磁性体粒子の添加量	60vol%	65vol%	60vol%	60vol%	60vol%
成形前の状態	粘土状	粘土状	粘土状	粘土状	粉体状
混練性、成形作業性	○	○	○	○	×
成形後硬度	30	50	70	60	90

【図面の簡単な説明】

【図1】完全球形粒子が有機高分子中に均一分散した金属軟磁性複合体の場合の模式図。

と比較して、実施例3は比較例2と比較して、金属軟磁性体粒子を高充填化でき、混練成、成型作業性向上し、成型後の複合体に柔軟性を付与することができたことが確認された。

【0054】次に、上記実施形態から把握される技術的思想について、以下に記載する。・前記有機化合物は、複数のシラン系加水分解性基を有するものである請求項2に記載の電波吸収体。

【0055】このように絶縁性被膜を構成すると、シラン系加水分解性基が金属軟磁性体粒子側に、アルキル基が有機高分子側にそれぞれ配位した構造で被覆するとともに、シラン系加水分解性基同士が架橋反応してより強固な絶縁性被膜を形成するため、有機高分子と金属軟磁性体粒子との親和性を増すことができる。

【0056】

【発明の効果】本発明によれば、表面に炭素数6~25のアルキル基を有する分子により構成された絶縁性皮膜をもつ金属軟磁性体粒子を、有機高分子中に分散させることにより、数百MHz~数十GHzの周波数帯に整合させた電波吸収体を得ることができる。そして、良好な反射減衰特性を維持したまま、柔軟性と良好な混練作業性、分散性、成形性を兼ね備えた電波吸収体を得ることができる。

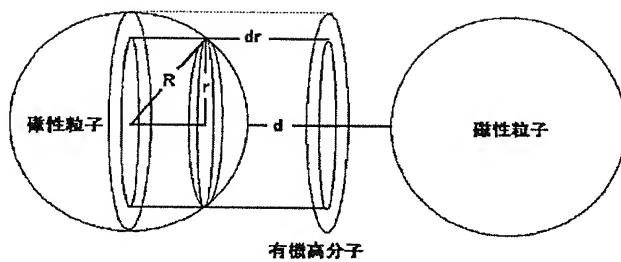
【0057】このことは、従来の電波吸収体と比較して、同一の被覆厚みであれば、従来の電波吸収体より柔軟性が有ることであり、同一の硬度にするのであれば、従来の電波吸収体より金属軟磁性体粒子の高充填が可能であることがある。

【0058】

【表1】

【図2】実施例および比較例の電波吸収体の反射減衰量を示すグラフ。

【図1】



【図2】

